

PATENT  
0142-0414P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: KREMERS, Martinus Antonius et al Conf.:  
Appl. No.: NEW Group:  
Filed: July 3, 2003 Examiner:  
For: A METHOD OF PRINTING A RECEIVING  
MATERIAL WITH HOT MELT INK AND AN  
INKJET PRINTER SUITABLE FOR APPLYING  
SUCH A METHOD

L E T T E R

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

July 3, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
THE NETHERLANDS	1021010	July 5, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 

Joseph A. Kolasch, #22,463

JAK/jaf  
0142-0414P

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

Attachment(s)

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



*KROONERS, Mevrouw Antonius  
July 3, 2003  
Bureau voor de Industriële Eigendom  
(723) 255 000  
0142-0414P  
Z 12*

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 5 juli 2002 onder nummer 1021010,  
ten name van:

**OCE-TECHNOLOGIES B.V.**

te Venlo

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het bedrukken van een ontvangstmateriaal met hot melt inkt en een inkjet  
printer geschikt om deze werkwijze toe te passen",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 30 januari 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. M.M. Enhus

**UITTREKSEL**

De uitvinding betreft een werkwijze voor het bedrukken van een ontvangstmateriaal met hot melt inkt omvattend het verwarmen van de inkt tot boven een temperatuur waarbij deze vloeibaar is, het beeldmatig overbrengen van de vloeibare inkt op een  
5 tussenelement onder toepassing van een inkjet printkop, waarbij het tussenelement een oppervlak heeft dat een elastomeer omvat met een oppervlaktespanning waarvan het polaire deel kleiner is dan of gelijk aan 20 mN/m, het ontvangstmateriaal in contact brengen met het tussenelement zodanig dat de inkt van het tussenelement naar het  
10 ontvangstmateriaal overgaat, waarbij het elastomeer dat wordt toegepast dat een hardheid heeft kleiner dan 80 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt heeft groter dan 0,15 W/mK, een inktabsorptie heeft kleiner dan 10% en een  $\tan\delta$  heeft kleiner dan 0,3.

(Fig. 1)

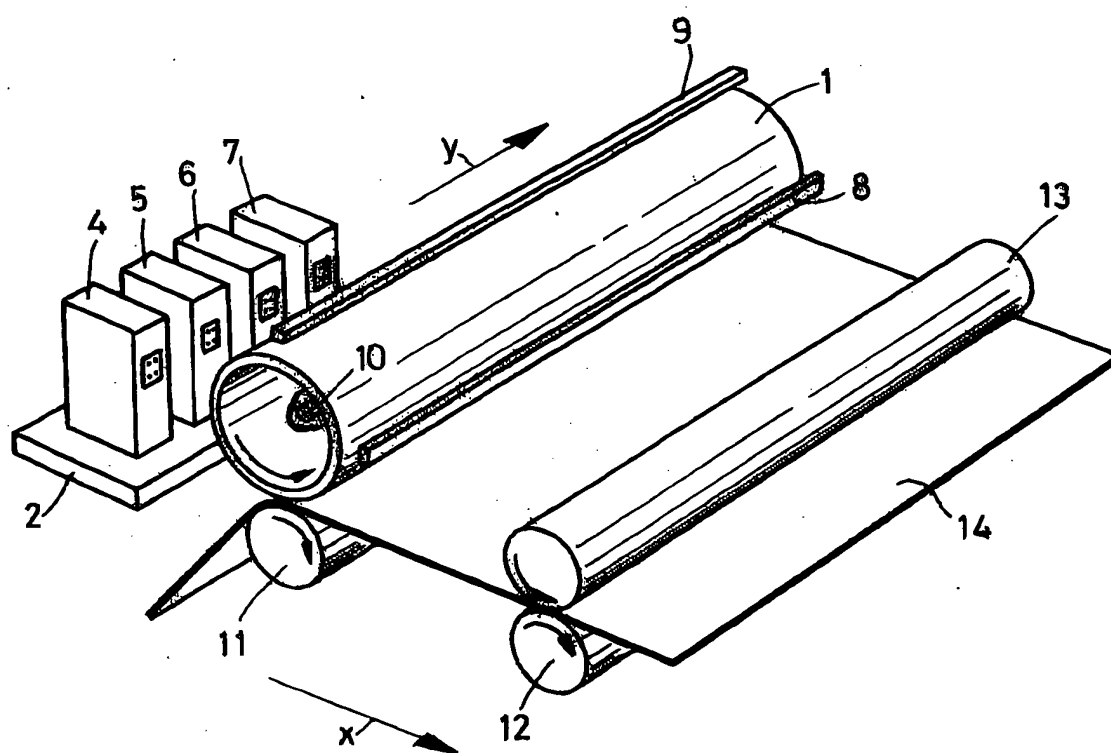


FIG.1

Océ-Technologies B.V., te Venlo

**Werkwijze voor het bedrukken van een ontvangstmateriaal met hot melt inkt op een inkjet printer geschikt om deze werkwijze toe te passen**

5

De uitvinding betreft een werkwijze voor het bedrukken van een ontvangstmateriaal met hot melt inkt omvattend het verwarmen van de inkt tot boven een temperatuur waarbij deze vloeibaar is, het beeldmatig overbrengen van de vloeibare inkt op een tussenelement onder toepassing van een inkjet printkop, waarbij het tussenelement en oppervlak heeft dat een elastomeer omvat met een oppervlaktespanning waarvan het polaire deel kleiner is dan of gelijk aan 20 mN/m, en het ontvangstmateriaal in contact brengen met het tussenelement zodanig dat de inkt van het tussenelement naar het ontvangstmateriaal overgaat. De uitvinding betreft tevens een inkjet printer die geschikt is om deze werkwijze toe te passen, de combinatie van een dergelijke printer met een inkt die hiervoor bij uitstek geschikt is en een werkwijze om een elastomeer te selecteren dat geschikt is voor toepassing in de bovengenoemde werkwijze.

Een dergelijke werkwijze en printer zijn bekend uit US 5,372,852. Bij deze werkwijze wordt de hot melt inkt, dat wil zeggen een inkt die vast is bij kamertemperatuur maar vloeibaar bij verhoogde temperatuur, via een indirect proces aangebracht op het ontvangstmateriaal. Hiertoe wordt de inkt eerst opgewarmd in de inkjet printkop tot een temperatuur waarbij deze vloeibaar is, dat wil zeggen een samenhang heeft zodanig dat deze in de vorm van kleine druppels verspoten kan worden met een inkjet printkop. Dergelijke printkoppen zijn genoegzaam bekend uit de stand van de techniek, bijvoorbeeld uit EP 0 443 628 of EP 1 022 140. De inkt druppels worden beeldmatig verspoten op een vloeibaar intermediair oppervlak, in het bijzonder een oppervlak van siliconenolie, aanwezig als dunne laag op het oppervlak van het tussenelement. Doordat de temperatuur van het tussenelement wezenlijk lager is dan die waarbij de inkt vloeibaar is, stolt de inkt op dit tussenelement en gaat over in een vaste maar kneedbare toestand, hetgeen de inkt druktransfereerbaar maakt. Vervolgens wordt de inkt in een transferkneep, welke wordt gevormd in het grensvlak van het tussenelement en een hiermee in contact staande drukrol, in contact gebracht met het ontvangstmateriaal. Door de hoge druk in de transferkneep, typisch 750 - 850 p.s.i. (52-59 bar) gaat de gestolde inkt over van het tussenelement naar het ontvangstmateriaal en vormt een verbinding met dit materiaal. Hierdoor zit de inkt uiteindelijk, na verdere

afkoeling tot kamertemperatuur, vast op het ontvangstmateriaal en is in redelijke mate bestand tegen mechanische bewerkingen zoals vouwen en krassen. Bij deze bekend werkwijze, overigens ook beschreven in US 5,389,958, US 5,614,933 en US 5,777,650, is het van groot belang gebleken dat het oppervlak van het tusselement voldoende

5 rigide en hard is om de inkt welke zich op dit oppervlak bevindt te kunnen deformeren wanneer het ontvangstmateriaal de transferkneep passeert. Is deze druk te laag dan is het transferrendement onvoldoende, hetgeen leidt tot een slechte beeldkwaliteit en vervuiling van het tusselement met niet-getransfereerde inkt. Bij de bekende werkwijze wordt dan ook bij voorkeur een oppervlak van geanodiseerd aluminium

10 toegepast, een stijf en hard materiaal, zodat een hoge kneepdruk bereikt kan worden. Het is beschreven dat ook elastomeren zoals siliconenrubber, fluorsiliconenrubber en Teflon kunnen worden toegepast. Zoals bekend hebben dergelijke materialen in het algemeen een lage oppervlaktespanning, typisch lager dan 50 mN/m en hoofdzakelijk opgebouwd uit a-polaire interacties, waardoor deze materialen relatief goede release-

15 eigenschappen hebben. Het is beschreven dat ook deze elastomeren, willen ze kunnen functioneren in het indirecte inkjet proces, aan dezelfde mechanische eisen moeten voldoen, dus een stijfheid en hardheid hebben vergelijkbaar met die van geanodiseerd aluminium.

20 De bekende werkwijze heeft een aantal nadelen. Omdat het nodig is een hoge kneepdruk te realiseren wordt het tusselement uitgevoerd in de vorm van een stijve drum met een hard oppervlak. Een dergelijke drum is niet alleen duur om te produceren maar hij neemt ook relatief veel ruimte in beslag (ten gevolge van de relatief grote, vaste diameter), met name wanneer er grotere formaten ontvangstmateriaal gebruikt

25 moeten kunnen worden. Erg nadelig is dat deze drum mechanisch zeer stijf moet worden opgehangen zodat de hoge drukken ook daadwerkelijk gerealiseerd kunnen worden. Een dergelijke ophanging is duur. Bovendien zal een drum, hoe stijf dan ook, altijd enigszins doorbuigen in het midden hetgeen een slechte transfer veroorzaakt. Dit kan ondervangen worden door nog stijvere of bijvoorbeeld anders gevormde drums te

30 maken (bijvoorbeeld gebombeerd) maar dit leidt tot nog hogere productiekosten. Als gevolg hiervan is de lengte van de drum voor economisch verantwoorde toepassingen beperkt tot ongeveer 13 inch (ongeveer 33 cm). Derhalve kunnen er geen ontvangstmaterialen bedrukt worden welke breder zijn dan ongeveer 12½ inch.

35 Een volgend nadeel van het gebruik van een stijf tusselement is merkbaar bij het binnenkomen van een ontvangstmateriaal in de transferkneep. Ondanks dat het

ontvangstmateriaal doorgaans een kleine massa heeft, is de impuls van dit materiaal door zijn hoge snelheid relatief groot. Hierdoor heeft een dergelijke binnenkomst een merkbare impact op de drum en de drukrol welke tezamen de kneep vormen. Deze impact veroorzaakt een korte storing in het ronddraaien van de drum hetgeen vanwege  
 5 de grote stijfheid van deze drum ook ter hoogte van de inkjet printkop merkbaar is. Hierdoor kunnen er registratiefouten ontstaan en dientengevolge een vertekening van het gedrukte beeld.

Een volgend belangrijk nadeel van de bekende werkwijze is dat er een dunne laag olie op het tussenelement dient te worden aangebracht. Deze olie is nodig om de inkt te  
 10 kunnen transfereren. Zonder olie blijkt de inkt niet of nauwelijks over te gaan naar het ontvangstmateriaal maar hecht zich sterk aan het tussenelement. Voor het doseren van een dun laagje olie is een doseerstation nodig. Dit verhoogt opnieuw de productiekosten van de printer. Bovendien geeft een dergelijke laag olie aanleiding tot vervuiling van het ontvangstmateriaal en het interieur van de printer. De ontvangstmaterialen kunnen zo  
 15 een vlekkerige indruk krijgen en de printer kan op den duur vervuilen hetgeen zijn functioneren negatief kan beïnvloeden. Een dergelijke vervuiling leidt tot extra onderhoudskosten. Een volgend nadeel van deze olie is dat deze herhaaldelijk zal moeten worden vervangen hetgeen ten nadele is van de productiviteit van de printer.

20 De uitvinding heeft tot doel om aan bovenstaande nadelen tegemoet te komen. Hiertoe is een werkwijze volgens de aanhef van conclusie 1 uitgevonden, daartoe gekenmerkt dat het elastomeer dat wordt toegepast een hardheid heeft kleiner dan 80 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt heeft groter dan 0,15 W/mK, een inktabsorptie heeft kleiner dan 10% en een  $\tan\delta$  heeft kleiner dan 0,3.

25 Verrassenderwijs is gezien dat een elastomeer met een voldoende lage hardheid ook kan leiden tot een geschikte werkwijze, dat wil zeggen een werkwijze waarbij het transferrendement hoog is en de hechting aan het ontvangstmateriaal voldoende sterk is, mits de warmtegeleidingscoëfficiënt, de inktabsorptie en de  $\tan\delta$  voldoen aan bovenstaande relaties. Het blijkt, geheel tegen de verwachting in, dat bij toepassing van  
 30 een elastomeer volgens de criteria van de huidige uitvinding, ondanks de relatief lage kneepdruk die hiermee gerealiseerd kan worden (typisch 1 - 10 bar), toch een transferrendement van 100% bereikt kan worden en de inkt goed hecht aan het ontvangstmateriaal. De reden hiervoor is niet geheel duidelijk maar misschien is een gunstig gevolg van de lage kneepdruk dat de inkt ook minder sterk hecht aan het  
 35 oppervlak van het tussenelement waardoor er minder krachten overwonnen hoeven te

worden om de inkt te kunnen transfereren. Dit alleen kan echter niet de gehele uitvinding verklaren want een te lage warmtegeleidingscoëfficiënt leidt op zijn beurt tot een merkbare afname van het transferrendement. Bij een te lage warmtegeleiding blijken inktdruppels in de transferkneep veelal te splijten (cohesive failure) waardoor de transfer lijkt op een stempelp proces met bijbehorend laag transferrendement. Ook een te hoge inktabsorptie leidt bij een zacht elastomeer tot een merkbare afname van het transferrendement. Het lage rendement kan niet verklaard worden door het achterblijven van inkt in het elastomeer, in het drukproces vaak maximaal enkele procenten, maar lijkt ook hier te worden gedomineerd door een onvolledige transfer, dat wil zeggen inkt druppels die niet of slechts gedeeltelijk transfereren. Tenslotte blijkt bij een zacht elastomeer ook de  $\tan \delta$  van dit elastomeer van belang te zijn. Bij een toename van deze waarde boven de grens van de huidige uitvinding neemt het transferrendement merkbaar af. De reden hiervoor is niet duidelijk maar houdt misschien verband met het feit dat een dergelijk elastomeer makkelijker blijvend zal vervormen.

Het grote voordeel van de huidige uitvinding is dat kan worden afgezien van een stijf en hard tussenelement omdat het niet langer nodig is om hoge drukken te genereren in de transferkneep. Het verlaten van de hoge drukken betekent dat gebruik kan worden gemaakt van een eenvoudige mechanische ophanging van het tussenelement. Omdat het tussenelement niet meer aan zulke hoge drukken wordt blootgesteld kan er eenvoudig een veel breder tussenelement worden toegepast, bijvoorbeeld tot breedtes gelijk aan die van de gangbare grootformaat ontvangstmaterialen (A3, A2 etc.). Hierbij zal het tussenelement ook veel minder zwaar uitgevoerd kunnen worden, bijvoorbeeld als een relatief zwakke drum met daarop een laag elastomeer. Deze laag elastomeer heeft ook nog eens het voordeel dat de impuls van een in de transferkneep binnenkomend ontvangstvel minder zal worden doorgegeven over de omtrek van het tussenelement omdat de impuls voor een niet onaanzienlijk deel opgevangen kan worden in het elastomeer rondom de kneep. Bijkomend voordeel van een elastomeer als oppervlak van het tussenelement is dat de transferkneep gevormd kan worden door twee tussenelementen waartussen het ontvangstmateriaal wordt doorgevoerd. Dit maakt het in beginsel mogelijk dat gelijktijdig beide oppervlakken van het ontvangstmateriaal worden bedrukt hetgeen leidt tot een grote productiviteit. Bij de bekende werkwijze is dit niet mogelijk omdat er vanwege de hardheid van het oppervlak van elk van de tussenelementen geen egale kneep zou ontstaan wanneer twee van



dergelijke elementen tezamen de transferkneep zouden vormen.

De huidige uitvinding maakt het bovendien mogelijk om het tussenelement als een band uit te voeren. Dit heeft het voordeel dat een compacter print-engine kan worden gemaakt omdat een band eenvoudig om rollen geslagen kan worden om zo een

5 compacte bandloop te verkrijgen. Bovendien zal bij een tussenelement uitgevoerd als band, bijvoorbeeld een perfluorpolyether-rubber aangebracht op een folie, de impact van een vel ontvangstmateriaal in de transferkneep nog beter opgevangen kunnen worden vanwege de grote vervormbaarheid van het tussenelement over zijn volle

10 lengte. Volgend voordeel van een band is dat eenvoudig de uitvoerhoek waarmee het vel ontvangstmateriaal de transferkneep verlaat kan worden aangepast, bijvoorbeeld door het tussenelement in de transferkneep over een rol van een andere diameter te laten lopen. Een dergelijke aanpassing kan nodig zijn om de velscheiding, dat wil zeggen het losmaken van het vel ontvangstmateriaal van het tussenelement en de

15 drukrol als dit vel de transferkneep gaat verlaten, te verbeteren. Overigens is de uitvinding niet beperkt tot transferelementen die geheel van een elastomeer zijn. Het is ook mogelijk om slechts de toplaag van het transferelement te voorzien van een laag elastomeer zoals voorgeschreven door de werkwijze volgens de uitvinding. De drager van deze toplaag kan van elk willekeurig materiaal zijn, bijvoorbeeld een rubber dat op zijn beurt is aangebracht op een vaste drager zoals een folie of een weefsel, of een al

20 dan niet berubberde metalen c.q. kunststof drager etc.

De huidige uitvinding geeft meer vrijheid bij de keuze van inkten. Dit is van belang omdat de inkt al aan zeer veel eisen moet voldoen: hij moet verwerkt kunnen worden in een inkjet printkop, hij moet voldoende interactie aan kunnen gaan met het

25 ontvangstmateriaal, hij moet voldoende snel na afkoeling hard zijn (zodat een bedrukt ontvangstmateriaal snel kan mechanisch worden belast, bijvoorbeeld door het te gebruiken als invoer in een andere printer) en hij moet duurzaam zijn zodat gedrukte beelden niet verweren in de tijd.

30 Overigens wordt met het oppervlak van het tussenelement dat deel aan de buitenzijde van dit element bedoeld dat een wezenlijke invloed heeft op het transferproces. Zo zal een rubberen toplaag welke is voorzien van een monolaag opgedampt materiaal nog steeds tot het oppervlak van het tussen-element worden gerekend ondanks dat het werkelijke oppervlak door de monolaag opgedampt materiaal wordt gevormd.

In een uitvoeringsvorm wordt een elastomeer gebruikt waarvan het polaire deel van de oppervlaktespanning kleiner dan of gelijk is aan 10 mN/m, waarbij dit elastomeer verder een hardheid heeft tussen 20 en 60 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt tussen 0,15 en 1 W/mK, een inktabsorptie kleiner dan 6% en een  $\tan\delta$  tussen 0,01 en 0,25.

- 5 Elastomeren volgens deze uitvoeringsvorm leiden tot een werkwijze welke nog meer ontwerprijheid geeft omdat de hardheid van het elastomeer lager is. Deze lagere hardheid, welke in beginsel aanleiding zou kunnen geven tot een lager transferrendement wordt verrassenderwijs gecompenseerd door een kleiner polair de l van de oppervlaktespanning, een grotere warmtegeleidingscoëfficiënt, een kleiner
- 10 inktabsorptie en een  $\tan\delta$  welke zich tussen specifieke grenzen bevindt. In deze uitvoeringsvorm blijkt een hardheid kleiner dan 20 Shore A te leiden tot een minder goed transferrendement. Een warmtegeleidingscoëfficiënt groter dan 1 W/mK leidt om nog onduidelijke redenen eveneens tot een minder goed transferrendement in deze uitvoeringsvorm. Een elastomeer dat geschikt is voor toepassing in de werkwijze
- 15 volgens deze uitvoeringsvorm is bij uitstek geschikt voor toepassing in een inkjet printer waarbij inkt via een tussenelement wordt overgebracht op een ontvangstmateriaal.

- In een verdere uitvoeringsvorm wordt een elastomeer gebruikt waarvan het polaire deel van de oppervlaktespanning kleiner dan of gelijk is aan 5 mN/m, waarbij dit elastomeer
- 20 verder een hardheid heeft tussen 25 en 55 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt tussen 0,18 en 0,6 W/mK, een inktabsorptie kleiner dan 4% en een  $\tan\delta$  tussen 0,01 en 0,2. Verrassenderwijs blijkt dat deze uitvoeringsvorm zelfs kan leiden tot een verdere verbetering van de drukeigenschappen, in het bijzonder het transferrendement, mogelijkwerijs vanwege de verdere optimalisering van de elastomeer-eigenschappen.
- 25 Een elastomeer dat geschikt is voor toepassing in de werkwijze volgens deze uitvoeringsvorm is bij uitstek geschikt voor toepassing in een inkjet printer waarbij inkt via een tussenelement wordt overgebracht op een ontvangstmateriaal.

- In een verdere uitvoeringsvorm van de uitvinding wordt het elastomeer gekozen uit de
- 30 groep die bestaat uit siliconenrubber, fluorsiliconenrubber en perfluoropolyetherrubber. Dergelijke elastomeren zijn genoegzaam bekend uit de stand van de techniek. Deze materialen hebben een lage oppervlaktespanning, waardoor ze veelal intrinsiek goede release-eigenschappen hebben. Het blijkt mogelijk te zijn om elastomeren van elk van deze types te verkrijgen welke voldoen aan de eisen die nodig zijn voor toepassing in
- 35 een werkwijze volgens de uitvinding. Bovendien kunnen deze rubbers in thermisch

stabiele uitvoeringsvormen verkregen worden hetgeen ze bij uitstek geschikt maakt voor toepassing in de werkwijze volgens de uitvinding.

- In een verdere uitvoeringsvorm van de huidige uitvinding heeft de inkt die wordt
- 5 toegepast een vervormingsenergie, bij een bovengrens in de temperatuur waarbij deze inkt druktransfereerbaar is, kleiner dan  $20 \times 10^5$  Pa.s. Het blijkt dat dergelijke inkten in combinatie met de werkwijze volgens de huidige uitvinding aanleiding geven tot een drukproces met een zeer goed transferrendement (tot 100%) en een goede beeldkwaliteit. De uitvinding heeft ook betrekking op de combinatie van een dergelijke
- 10 inkt met een printer die geschikt is om de werkwijze volgens de huidige uitvinding toe te passen. Verrassenderwijs is gebleken dat deze combinatie leidt tot zeer goede drukresultaten ondanks het feit dat de printer een tussenelement met een oppervlak van een relatief zacht elastomeer omvat.
- 15 De uitvinding betreft tevens een werkwijze voor het selecteren van een elastomeer dat geschikt is voor toepassing in een werkwijze volgens de huidige uitvinding waarbij de uitvinding omvat het bepalen van het polaire deel van de oppervlaktespanning van het elastomeer, het bepalen van de hardheid van het elastomeer, het bepalen van de warmtegeleidingscoëfficiënt van het elastomeer, het bepalen van de inktabsorptie van
- 20 het elastomeer, het bepalen van de  $\tan \delta$  van het elastomeer, waarbij het elastomeer geselecteerd wordt indien het polaire deel van de oppervlaktespanning kleiner is dan of gelijk is aan 20 mN/m, de hardheid lager is dan 80 Shore A, de warmtegeleidingscoëfficiënt groter is dan 0,15 W/mK, de inktabsorptie kleiner is dan 10%, en de  $\tan \delta$  kleiner is dan 0,3. Bij deze werkwijze omvat het bepalen van elk van de
- 25 genoemde parameters het meten van deze parameters, in het bijzonder op de wijzen zoals beschreven bij de voorbeelden. Dit bepalen kan echter op welke wijze dan ook plaatsvinden. Zo zou een parameter bepaald kunnen worden door deze te schatten: als bijvoorbeeld op grond van de gebruikte uitgangsstoffen op voorhand duidelijk is dat de waarde van deze parameter in ieder geval binnen de grenzen volgens de huidige
- 30 uitvinding ligt, dan kan dit beschouwd worden als een bepaling van de waarde van deze parameter. Zo zal een op een juiste wijze gemaakte siliconenrubber een polair deel van de oppervlaktespanning hebben tussen de 0,1 en 4 mN/m. Een nauwkeurigere bepaling van dit polaire deel is niet nodig in het licht van de huidige uitvinding.
- 35 De uitvinding zal nu verder worden toegelicht aan de hand van onderstaande

voorbeelden en figuren.

Voorbeeld 1 geeft aan hoe de oppervlaktespanning van een elastomeer gemeten kan worden.

5 Voorbeeld 2 geeft aan hoe de hardheid van een elastomeer gemeten kan worden.

Voorbeeld 3 geeft aan hoe de warmtegeleidingscoëfficiënt van een elastomeer gemeten kan worden.

Voorbeeld 4 geeft aan hoe de inktabsorptie van een elastomeer gemeten kan worden.

Voorbeeld 5 geeft aan hoe de  $\tan \delta$  van een elastomeer gemeten kan worden.

10 Voorbeeld 6 geeft aan hoe de vervormingsenergie van een druktransfereerbare inkt gemeten kan worden

Voorbeeld 7 geeft een aantal inkten weer welke in de werkwijze volgens de huidige uitvinding toegepast kunnen worden.

15 Voorbeeld 8 is een vergelijkingsvoorbeeld van het drukresultaat volgens een werkwijze zoals bekend uit de stand van de techniek en de werkwijze volgens de huidige uitvinding.

Fig.1 geeft schematisch een inkjetprinter volgens de huidige uitvinding weer.

20 Fig. 2 Spanning versus tijd voor het vervormen van een inkt bij de bovengrens (temperatuur) waarbij deze inkt nog druktransfereerbaar is.

Fig. 3 Onderplaat en bovenplaat geschikt voor een meting van de vervormingsenergie van een inkt.

Fig. 4. Elektronenmicroscopische opname van een inkt gedrukt volgens een werkwijze bekend uit de stand van de techniek.

25 Fig. 5 Elektronenmicroscopische opname van een inkt gedrukt onder toepassing van een de werkwijze volgens de huidige uitvinding.

### **Voorbeeld 1**

30 In dit voorbeeld is aangegeven hoe de oppervlaktespanning van een elastomeer bepaald kan worden. Elastomeren welke bruikbaar zijn in de werkwijze volgens de uitvinding hebben een oppervlaktespanning waarvan het polaire deel kleiner of gelijk is aan 20 mN/m. Deze kan bepaald worden door van een aantal verschillende vloeistoffen de randhoek te meten welke deze vloeistoffen maken met het oppervlak van het elastomeer. Op basis hiervan is het mogelijk om de totale oppervlaktespanning en het  
35 polaire deel hiervan te berekenen. Deze methode is genoegzaam bekend uit de stand

van de techniek en onder andere voorbeschreven in *J. Adhesion Sci. Technol.*, vol. 6, no. 12, pp. 1269 - 1302 (1992): *Contact angle, wetting, and adhesion, a critical review* (Robert J. Good).

Deze methode kan half automatisch uitgevoerd worden op de VCA2500XE van AST  
 5 products. Voorafgaand aan de meting dient het te bemeten oppervlak te worden  
 gereinigd zodanig dat het representatief is voor het oppervlak van het eigenlijke  
 elastomeer, bijvoorbeeld door het eerst af te blazen met lucht (welke olie-vrij dient te  
 zijn), vervolgens met een milde, vluchtige vloeistof, bijvoorbeeld ethanol, te reinigen en  
 het monster dan gedurende enkele uren in een schone omgeving, onder normale  
 10 condities (20°C, luchtdruk 1 bar, 50% relatieve luchtvochtigheid) te laten stabiliseren.  
 Hierna wordt onder dezelfde omstandigheden de randhoek welke de vloeistoffen water,  
 di-joodmethaan en formamide maken met het oppervlak gemeten, volgens de werkwijze  
 zoals voorgeschreven bij de VCA2500XE. Hierbij wordt de oppervlaktespanning  
 bepaald onder toepassing van een zich terugtrekkende druppel vloeistof, de  
 15 zogenaamde *Receding Angle*. Het is belangrijk dat geen van de gebruikte vloeistoffen  
 door het elastomeer geabsorbeerd wordt of hiermee reageert. Indien dat wel het geval  
 is zal er een andere vloeistof gekozen moeten worden. Dit heeft in beginsel geen  
 invloed op de uiteindelijk bepaalde waarde van het polaire deel van de  
 oppervlaktespanning. Uit de randhoekmetingen wordt de totale oppervlaktespanning en  
 20 het disperse en polaire deel berekend. Voor deze berekening kunnen diverse modellen  
 worden gehanteerd. Elastomeren welke geschikt zijn voor toepassing in de werkwijze  
 volgens de uitvinding hebben een polair deel van de oppervlaktespanning dat kleiner of  
 gelijk is aan 20mN/m, berekend volgens het zogenaamd *geometric mean* model. Het  
 blijkt dat een polair deel groter dan 20 mN/m veelal leidt tot een onvolledige transfer van  
 25 de inkt van het tussenelement naar ontvangstmateriaal.

### **Voorbeeld 2**

De hardheid in Shore A kan worden bepaald zoals beschreven in de ASTM norm D  
 2240 uit 1991.

30

### **Voorbeeld 3**

In dit voorbeeld is aangegeven hoe de warmtegeleidingscoëfficiënt van een elastomeer  
 bepaald kan worden. De warmtegeleidbaarheid is een maat voor de warmtestroom door  
 een materiaal van een bepaalde dikte, ten gevolge van een bepaald  
 35 temperatuurverschil over het materiaal. Deze warmtegeleidbaarheid kan gemeten

worden onder toepassing van de Holometrix c-matic TCA 200.

Voorafgaand aan de meting wordt een monster van het te onderzoeken materiaal

gemaakt. Dit monster is rond, met een diameter van 50 tot 52 mm en heeft een dikte tussen de 6 en 12 mm. Voor een betrouwbare meting moet het monster een

5 planparalleliteit hebben zodanig dat er geen dikteverschillen zijn van meer dan 0,1 mm.

Voor een nauwkeurige vaststelling van de warmtegeleidbaarheid moet de dikte van het monster met een nauwkeurigheid van 0,05 mm bekend zijn. Hiertoe kan een dikte meter zoals de Peacock model H gebruikt worden.

Om een goed contact te krijgen tussen het monster en de beide warmteoverbrengplaten

10 van de TCA 200 wordt het monster aan beide zijden voorzien van een dun laagje

warmtegeleidende pasta, bijvoorbeeld Silicone Heat Sink Compound type DC 340. De dikte van deze laag heeft vrijwel geen invloed op de meting als de

warmtegeleidbaarheid van het monster veel kleiner is dan die van de pasta. Aangezien de gemeten waarde afhankelijk is van het type apparaat, de monstergeometrie en het

15 laagje warmtegeleidende pasta, vindt er eerste een calibratie plaats met twee monsters

die een bekende warmtegeleidbaarheid hebben. Voor de meting van elastomeren wordt een gemiddelde monstertemperatuur gekozen van 100°C. Hiertoe worden de volgende instellingen gekozen op de TCA 200: <Upper face> 400; <Guard> 410; <Lower face>

420. Deze waarden komen overeen met een temperatuurverschil tussen de boven- en onderplaat van ongeveer 20°C (110°C - 90°C).

20

Elastomeren welke een warmtegeleidbaarheid hebben die groter is dan 0,15 W/mK zijn bruikbaar in de werkwijze volgens de huidige uitvinding. Bij een lagere

warmtegeleidbaarheid treedt veelal een slechte transfer op. Deze slechte transfer uit

25 zich bijvoorbeeld als een onegale transfer, dat wil zeggen, op sommige plaatsen is de

transfer voldoende (tot wel 100%) en op andere plaatsen is deze ver beneden de 90%.

Naarmate de warmtegeleidbaarheid slechter wordt neemt de transfer overal af en treedt vooral het splitten van de inkt op.

#### 30 **Voorbeeld 4**

In dit voorbeeld is aangegeven hoe de inktabsorptie van een elastomeer bepaald kan worden.

Om deze te bepalen wordt een monster van het te bemeten elastomeer genomen dat een dikte heeft van ongeveer 2 mm en een oppervlak (in aanzicht) van 5,4 cm<sup>2</sup>. Dit

35 monster wordt ondergedompeld in de betreffende inkt, welke 10°C boven zijn

smelttemperatuur wordt gehouden. Vervolgens wordt de relatieve massatoename van het monster in de tijd bepaald door het monster op gezette tijden uit de inkt te halen, het oppervlak te reinigen en het monster te wegen. Zodra er geen verder massatoename meer plaatsvindt (typisch na 10-100 uur) wordt de test beëindigd. De uiteindelijke  
 5 relatieve massatoename in procenten wordt de inktabsorptie genoemd.

Het blijkt dat elastomeren welke bruikbaar zijn in de werkwijze volgens de huidige uitvinding een inktabsorptie hebben die lager is dan 10%. Bij een hogere inktabsorptie neemt het transferrendement bij de bovengrens (zie voorbeeld 6 voor de definitie van  
 10 de bovengrens) merkbaar af en blijft er relatief veel inkt achter op het tussenelement. Dit is nadelig voor de printkwaliteit en maakt het noodzakelijk dat het tussenelement regelmatig gereinigd wordt. In een voorkeursuitvoering is de inktabsorptie tussen de 1 en 5%. Het blijkt dat de invloed op het printen dan minimaal is.

Het is overigens nodig voor de bepaling van de inktabsorptie dat de inkt genomen wordt  
 15 zoals die uiteindelijk ook geprint gaat worden met de inkjetprinter. Het is deze inkt namelijk die uiteindelijk van het tussenelement getransfereerd dient te worden naar het ontvangstmateriaal. Dit betekent tevens dat het elastomeer inkten die niet via de huidige werkwijze geprint worden, bijvoorbeeld omdat ze te laag smeltend zijn, niet  
 20 druktransfereerbaar, of om welke andere reden dan ook, (veel) sterker mag absorberen dan 10%.

### **Voorbeeld 5**

In dit voorbeeld is aangegeven hoe de  $\tan\delta$  van een elastomeer bepaald kan worden. De  $\tan\delta$  van een materiaal geeft een verhouding weer tussen de visceuze vervorming  
 25 van dit materiaal en de elastische vervorming hiervan. Naarmate deze verhouding groter is, zal het materiaal bij een opgelegde deformatie meer energie dissiperen en sterker blijvend vervormen.

De  $\tan\delta$  kan bepaald worden met behulp van een reometer, bijvoorbeeld de *Solid Analyzer II* van *Rheometrics* (RSA II). Het principe van de meting is dat men een  
 30 bepaalde deformatie oplegt aan een monster van het te onderzoeken materiaal, waarbij de krachtrespons van de deformatie gemeten wordt. Bij een volledig elastisch materiaal zal deze respons in fase lopen met de opgelegde deformatie. De faseverschuiving  $\delta$  is dan gelijk aan 0, zodat  $\tan\delta$  (de tangens van de hoek  $\delta$ ) ook gelijk is aan 0. Zodra het materiaal ook visceus deformeert zal er een faseverschuiving  $\delta$  ontstaan tussen  
 35 deformatie en respons. Hieruit kan de  $\tan\delta$  eenvoudig bepaald worden.

Voor het bemeten van een elastomeer voor toepassing in de werkwijze volgens de huidige uitvinding wordt een monster gemaakt van circa 1 mm dik, welk monster een breedte heeft van ongeveer 5 mm en een lengte van ongeveer 40 mm. Deze lengte is nodig om het monster in de RSA II in te kunnen klemmen. Voorafgaand aan de meting

5 wordt de meetomgeving en het monster onder toepassing van de oven zoals die aanwezig is bij een RSA II op een temperatuur gebracht die gelijk is aan de temperatuur waarbij men het elastomeer in de printer wil gaan toepassen. Met andere woorden, d meettemperatuur wordt gelijk gekozen aan de temperatuur welke het elastomeer uiteindelijk in de toepassing volgens de huidige uitvinding zal hebben. Typisch ligt deze

10 temperatuur tussen de 60 en 80°C. Het monster wordt bemeten door dit bloot te stellen aan een lineaire (in tegenstelling tot afschuivende) rek (in tegenstelling tot compressie). Voor de meting zelf wordt verwezen naar de Operators Manual van de RSA II.

Opgemerkt kan worden dat er typisch gemeten wordt onder de volgende condities: een Timesweep met een frequentie van 40 rad/sec, een strain van 1%, een temperatuur van

15 70°C, een total time van 120 sec en een Time per Measurement van 6 sec. Opties zoals ingesteld bij een typische meting zijn: Mode = Static force tracking dynamic force, Direction = Tension, Maximum applied strain = 1,8% en Strain Adjustment = 100%.

Tijdens de meting worden de deformatie- en responssignalen gevolgd op een oscilloscoop. Hiermee kan gecontroleerd worden of de signalen sinusvormig zijn. Alleen

20 dan is de meting betrouwbaar. De meting wordt uitgevoerd door de  $\tan\delta$  van tenminste twee monsters van hetzelfde elastomeer te meten en het resultaat te middelen.

Het blijkt dat elastomeren die een  $\tan\delta$  hebben die groter is dan 0,3 niet bruikbaar zijn in de werkwijze volgens de huidige uitvinding. Dergelijke elastomeren geven na verloop

25 van tijd aanleiding tot een slechte transfer welke zich bijvoorbeeld uit in een onegale overdracht van de inkt. Het lijkt dat een onegale kneepdruk hier de oorzaak van is.

### **Voorbeeld 6**

In dit voorbeeld is aangegeven hoe de vervormingsenergie van een inkt bepaald kan

30 worden bij een temperatuur waarbij deze inkt druktransfereerbaar is. Allereerst zal bepaald moeten worden of de inkt druktransfereerbaar is. Het is niet mogelijk om op voorhand te voorspellen of een bepaalde smeltbare inkt druktransfereerbaar is. Uit de literatuur zijn analytische methoden bekend om te bepalen of een bepaalde inkt druktransfereerbaar is, bijvoorbeeld uit US 5,372,852 en het Journal of Imaging Science

35 and Technology, Vol. 40, No. 5, Sept/Oct. 1996, pagina's 386-389.



- Het is echter ook mogelijk om een bepaalde inkt te onderwerpen aan een praktijktest. Hiervoor kan een printopstelling worden gebruikt welke als procédé een indirect inkjet proces toepast. In dit voorbeeld wordt een algemeen verkrijgbare printer gebruikt, te weten de Phaser 840 printer van Xerox. De betreffende inkt wordt in het inkjet printhead van deze printer geladen en vervolgens wordt er geprint. Het is ook mogelijk om een ander printhead te gebruiken voor het aanbrengen van de inkt op het transferelement, bijvoorbeeld een printhead dat speciaal ontwikkeld is om de te testen inkt te gebruiken. In beginsel kan elke wijze om een dun laagje inkt (typisch 10-100  $\mu\text{m}$ ) op het transferelement aan te brengen worden gebruikt.
- 10 Voor de bepaling van de druktransfereerbaarheid is het nodig dat de inkt bij verschillende temperaturen van het transferelement overgebracht wordt op een ontvangstmateriaal. In een eerste meting staat het transferelement ingesteld op een temperatuur ver boven de smelttemperatuur van de inkt. Typisch smelten hot melt inkten bij 40-80°C, dus een initiële temperatuur van 100°C zal normaal gesproken
- 15 voldoen. Vervolgens zal bepaald moeten worden wat het transferrendement is bij een enkelvoudige transfer (éénmaal contact tussen elke inktdruppel op het transferelement en het ontvangstmateriaal). Deze bepaling is hieronder verder toegelicht. Indien de inkt bij deze temperatuur niet druktransfereerbaar is zal er in feite een stempelproces plaatsvinden met een laag transferrendement, bijvoorbeeld 5 à 10%. Vervolgens moet
- 20 de temperatuur van het transferelement verlaagd worden, bijvoorbeeld met 5°C. Opnieuw zal dan het transferrendement bepaald worden. Hierna kan de temperatuur van het transferelement opnieuw met 5°C verlaagd worden om wederom een print te maken en het transferrendement te bepalen. Op deze wijze kan het hele temperatuurgebied tot kamertemperatuur worden onderzocht. Is er een
- 25 temperatuurgebied aan te wijzen waar het transferrendement hoger is dan 90%, dan is er sprake van een druktransfereerbare inkt.

- De vervormingsenergie zelf wordt gemeten bij de hoogste temperatuur waarbij deze inkt nog net druktransfereerbaar is, dat wil zeggen een transferrendement heeft van juist
- 30 90%. Deze zogenaamde bovengrens kan worden bepaald door bovenbeschreven meting te herhalen rond het temperatuurgebied waar het rendement van 90% is gevonden, waarbij er veel kleinere stappen in de temperatuur worden genomen, bijvoorbeeld stappen van 1 of  $\frac{1}{2}$  °C.
- Het transferrendement wordt gedefinieerd als de optische dichtheid van een gedrukt
- 35 beeld bij een enkelvoudige transfer (dat wil zeggen dat het ontvangstmateriaal slechts

eenmaal met het beeld op het transferelement in contact is geweest), gedeeld door de optische dichtheid bij een transfer van 100%:

$$\eta_T = (OD)_{T,1} / (OD)_{100\%} \quad (1)$$

5

waarbij  $\eta_T$  het transferrendement bij een temperatuur T van het transferelement is,  $(OD)_{T,1}$  de optische dichtheid is van een enkelvoudige transfer bij een temperatuur T van het transferelement en  $(OD)_{100\%}$  de optische dichtheid is bij een transfer van 100%.  $(OD)_{T,1}$  wordt gemeten met een densitometer van Gretag (Gretag D183 OD-meter) door de optische dichtheid te meten van het beeld zoals overgebracht op een ontvangstmateriaal bij een temperatuur T van het transferelement.  $(OD)_{100\%}$  is een theoretische waarde die voor de meeste inkten niet in een enkelvoudige transfer bereikt zal worden bij een bepaalde T. Deze waarde kan echter ook bepaald worden als de transfer niet volledig is, bijvoorbeeld 20% in één stap. In dit geval zal er een restbeeld van 80% op het transferelement achterblijven. Door een volgende transfer uit te voeren met dit transferelement zal er wederom een deel van de inkt overgaan op een nieuw in te voeren vel ontvangstmateriaal. Hiertoe is het wel nodig dat het restbeeld na de eerste transferstap niet verwijderd wordt van het transferelement. Hiertoe zullen de cleaners en dergelijke tijdelijk uitgezet moeten worden. Door zo vaak te transfereren dat er zich geen inkt meer bevindt op het transferelement, wordt het beeld zoals dat initieel op het transferelement was geprint in een aantal stappen (1, 2, 3 .....n) overgebracht op evenzovele vellen ontvangstmateriaal (vel 1, vel 2, vel 3, .....vel n). Door de optische dichtheden van elk van de vellen 1 tot en met n bij elkaar op te tellen wordt de waarde voor  $(OD)_{100\%}$  verkregen.

25

$$(OD)_{100\%} = (OD)_1 + (OD)_2 + (OD)_3 + \dots + (OD)_n \quad (2)$$

In beginsel kan de temperatuur waarbij het transferelement  $(OD)_{100\%}$  wordt bepaald vrij worden gekozen maar de bepaling is nauwkeuriger naarmate er minder vellen nodig zijn om tot 100% transfer te komen. Aldus wordt  $(OD)_{100\%}$  bij voorkeur bepaald in het temperatuursgebied waar de inkt druktransfereerbaar is. Bij verdere voorkeur wordt  $(OD)_{100\%}$  bepaald bij dezelfde temperatuur als de temperatuur waarbij het transferrendement  $\eta_T$  wordt bepaald.

35

Door combinatie van formule (1) en (2) kan het transferrendement bij elke willekeurige temperatuur T van het transferelement worden bepaald:

$$5 \quad \eta_T = (OD)_{T,1} / ((OD)_1 + (OD)_2 + (OD)_3 + \dots + (OD)_n) \quad (3)$$

Om de vervormingsenergie bij de bovengrens temperatuur te bepalen zijn er een aantal  
 10 mogelijkheden waarvan er in dit voorbeeld twee gegeven zullen worden. De twee  
 voorschriften verschillen in de wijze waarop het te bemeten monster van de inkt naar de  
 meettemperatuur wordt gebracht. Het eerste voorschrift is relatief eenvoudig. Hierbij  
 wordt het monster vanuit de vaste toestand (kamertemperatuur) opgewarmd tot de  
 meettemperatuur. Deze eenvoudige bepaling kan echter alleen toegepast worden als  
 15 de toestand welke de inkt bereikt door deze op te warmen vanuit de vaste toestand naar  
 de meettemperatuur, gelijk is aan de toestand welke wordt bereikt als de inkt vanuit de  
 gesmolten toestand wordt afgekoeld tot deze temperatuur (hetgeen de praktijksituatie  
 bij het printen is). Indien dit niet het geval is zal het tweede voorschrift moeten worden  
 gebruikt, waarbij het monster, net als in de praktijk van het printen, vanuit de smelt  
 20 wordt afgekoeld tot de meettemperatuur. Overigens kan dit laatste voorschrift voor elk  
 type inkt worden gebruikt.

Het eerste voorschrift is bijvoorbeeld bruikbaar bij inkten die slechts één kristallijne  
 verdunner bevatten, welke verdunner bij het opwarmen pas smelt bij een temperatuur  
 die boven de meettemperatuur ligt en welke verdunner bij het afkoelen al is  
 25 gekristalliseerd bij een temperatuur welke boven de meettemperatuur ligt. Het is  
 duidelijk dat het voor de toestand bij de meettemperatuur dan geen verschil maakt of de  
 inkt wordt opgewarmd vanuit kamertemperatuur of wordt afgekoeld vanuit een hoge  
 temperatuur. Een dergelijke ligging van smelt- en stolpieken kan eenvoudig bepaald  
 worden onder toepassing van *differential scanning calorimetrie* bij standaard  
 30 afkoelsnelheden van 20°C/min zoals genoegzaam bekend uit de stand van de  
 techniek). De tweede mogelijkheid om de vervormingsenergie van een inkt bij de  
 bovengrens te meten is bruikbaar bij elk type inkt.

De eerst mogelijkheid om de vervormingsenergie te meten (eigenlijk is dit niet de juiste  
 35 term omdat deze "energie" niet gegeven is in Joules maar in Pascal seconde) vindt

plaats onder toepassing van een reometer, bijvoorbeeld de RSA II (Rheometrics). Hiertoe wordt allereerst een vaste inktfilm gemaakt met een dikte van ongeveer 2,5 mm. Hiertoe wordt een hoeveelheid inkt gesmolten en in vloeibare toestand uitgegoten over een oppervlak van siliconenrubber met een opstaande rand zodanig dat er een inktfilm ontstaat met een dikte van ongeveer 2,5 mm. Vervolgens laat men de inkt stollen. Uit de gestolde film wordt met een kurkenboor een pil geponst met een doorsnede van 4,15 mm. Deze pil wordt overgebracht tussen de twee vlakke platen van de reometer, welke platen een diameter hebben van ongeveer 1 cm. De platen worden in aan beide zijden in contact gebracht met de pil (het is belangrijk dat de beide oppervlakken van de pil zo goed mogelijk parallel lopen aan de platen van de reometer). De gehele opstelling, althans de platen inclusief de pil, wordt onder toepassing van een oven verwarmd tot de boventemperatuur waarbij de inkt druktransfereerbaar is. De oven en de platen zijn hierbij reeds stabiel op de gewenste temperatuur gebracht voordat het monster tussen de platen wordt geplaatst. Zodra de boventemperatuur bereikt is wordt deze gedurende tenminste 15 minuten gehandhaafd om de temperatuur van de opstelling te stabiliseren. Vervolgens wordt de pil tussen de platen gecompriëerd met een snelheid van 4% per seconde totdat tenminste een vervorming van 20% is bereikt. Tijdens het vervormen wordt de kracht gemeten die nodig is om deze vervorming op te leggen, uit welke kracht de spanning uitgerekend kan worden (= kracht gedeeld door oppervlakte van de pil). Uit de curve welke de benodigde spanning versus de tijd weergeeft, kan vervolgens de vervormingsenergie worden bepaald. Een dergelijke curve is afgebeeld in figuur 2, waar de opgelegde spanning in MPa ( $10^6$  Pa) op de y-as is uitgezet tegen de tijd in seconden op de x-as. De vervormingsenergie die behoort bij een vervorming van 20%, welke bij deze meting bereikt is na 5 seconden, wordt berekend door het oppervlak onder de curve te bepalen.

De reproduceerbaarheid van deze meting hangt af van vele factoren waarbij de belangrijkste de monstervoorbereiding is. Is een pil niet homogeen of zijn de beide oppervlakken van de pil niet planparallel, dan zal dit leiden tot afwijkingen in de gemeten vervormingsenergie ten opzichte van de werkelijke waarde. A-systematische afwijkingen kunnen worden geëlimineerd door de meting vaak uit te voeren en de gemeten waardes te middelen. Op deze manier kan alsnog een nauwkeurige bepaling plaatsvinden.

De tweede mogelijkheid is een methode waarbij de inkten worden bemonsterd uitgaande van de gesmolten toestand. Bij deze meting wordt de inkt vanuit de vloeibare toestand,

bij een temperatuur die bijvoorbeeld gelijk is aan de jet-temperatuur, afgekoeld tot de bovengrens waarbij de inkt druktransfereerbaar is. Bij deze temperatuur wordt de inkt gestabiliseerd totdat, analoog aan het de stabilisatie zoals beschreven bij mogelijkheid 1, zowel inkt als apparaat in evenwicht zijn. Voordat een inkt aan deze meting wordt

5 blootgesteld is het wel nodig om met behulp van een DSC meting te controleren of een inkt die op deze wijze wordt afgekoeld en bij de bovengrenstemperatuur wordt gehouden gedurende de tijd die nodig is om de meting met de RSA te doen (zo'n 20 minuten totaal) stabiel blijft. Zou een inkt bijvoorbeeld in de genoemde tijdsparre parteel gaan kristalliseren dan is de meting op de RSA niet representatief voor de

10 praktijk, waarbij de inkt na afkoeling op het transferelement vrijwel meteen wordt overgebracht op het ontvangstmateriaal en dus geen kans krijgt tot kristalliseren bij de bovengrens. In zo'n geval moet de RSA meting versneld worden en zal maximaal de tijd mogen beslaan waarin de inkt wel stabiel blijft. Dit kan bijvoorbeeld door de temperatuurstabilisatie te optimaliseren.

15 Om de inkt vanuit de vloeibare toestand te kunnen bemeten is er een onderplaat voor de RSA ontwikkeld welke schematisch is weergegeven in figuur 3. Deze ronde onderplaat heeft net als de bovenplaat en vlak deel met een diameter van 5,0 mm maar heeft een schuin oplopende rand zodat vloeibare inkt op de onderplaat kan worden gehouden. De bepaling begint met het afwegen van een hoeveelheid inkt zodanig dat

20 deze inkt in gesmolten toestand een volume inneemt van ongeveer  $20 \text{ mm}^3$ . Deze inkt wordt overgebracht op de onderplaat 20 van de RSA. Vervolgens wordt de inkt gesmolten bij  $120^\circ\text{C}$  waardoor deze een druppelvorm aanneemt (niet afgebeeld). Hierna wordt de bovenplaat 21, welke ook op een temperatuur van  $120^\circ\text{C}$  is gebracht, tot een hoogte van 1 mm boven de onderplaat gebracht waarbij de bovenplaat zich

25 exact boven het vlakke gedeelte van de onderplaat bevindt. Hierdoor zal de inkt 30 een cilindervormige kolom gaan vormen tussen beide platen zoals afgebeeld in figuur 3. Mocht deze kolom zich niet automatisch vormen dan kan de bovenste plaat eerst dicht bij de onderste worden gebracht, bijvoorbeeld tot een afstand van 0,5 mm, totdat contact gemaakt is met de vloeibare inkt, waarna de afstand weer wordt vergroot tot 1

30 mm. Vervolgens wordt de inkt in ongeveer drie stappen afgekoeld naar de meettemperatuur (dus de bovengrens waarbij de inkt druktransfereerbaar is). Na elke stap wordt de inkt gedurende ongeveer 5 minuten gestabiliseerd bij de betreffende temperatuur. Om spanning in de inkt ten gevolge van krimp van de inkt en krimp van de onder- en bovenplaat te voorkomen, wordt de kracht automatisch op nul gehouden

35 (waarvoor de afstand tussen de platen wordt verkleind). Zodra de meettemperatuur

bereikt is en de opstelling voldoende gestabiliseerd is, is een situatie ontstaan die overeenkomt met die in de praktijk, namelijk een druppel vloeibare inkt die vanuit een hoge temperatuur afkoelt tot de bovengrens. Hierna kan de eigenlijke meting beginnen. Hiertoe wordt de cilindervormige inktkolom gecompriëerd met een snelheid van 4% per seconde tot een vervorming van 20% is bereikt. De vervormingsenergie voor 20% vervorming kan hier eenvoudig uit worden afgeleid zoals hierboven aangegeven in relatie tot figuur 2.

Met de RSA metingen kunnen vervormingsenergieën worden gemeten tot  $25 \times 10^5$  Pa.s. De inkten die bekend zijn uit de stand van de techniek hebben echter veelal een vervormingsenergie die buiten dit bereik ligt. Om ook hiervan de vervormingsenergie te bepalen zal gebruik moeten worden gemaakt van een minder gevoelig apparaat, bijvoorbeeld een dynamische trekbank zoals de MTS 831 Elastomer Test System (MTS Systems Corporation). Op een vergelijkbare wijze als hierboven aangegeven, maar dan met inktpillen die grotere afmetingen hebben, typisch 9,5 mm doorsnede en 8 mm hoogte, kunnen ook in dit apparaat vervormingen worden opgelegd bij een verhoogde temperatuur waarna uit de gemeten spanning die hiervoor nodig is de vervormingsenergie in Pa.s kan worden bepaald die nodig is om de pil 20% te vervormen. De spreiding in deze meting is relatief klein voor vervormingsenergieën boven de  $25 \times 10^5$  Pa.s, en hangt onder andere ook weer af van de planparalleliteit van de onder- en bovenzijde van de inktpil.

### **Voorbeeld 7**

In dit voorbeeld worden bekende inkten en inkten welke een vervormingsenergie bij d bovengrens hebben die lager is dan  $20 \times 10^5$  Pa.s. gegeven. Druktransfereerbare inkten zijn bekend uit de stand van de techniek, bijvoorbeeld uit US 5,372,852 en US 6,174,937. Deze inkten worden op de markt gebracht door Xerox onder de namen ColorStix Ink en zijn leverbaar voor de Phaser 340/350 printers (beschreven in het '852 octrooi), voor Phaser 840 printers (beschreven in het '852 octrooi) en voor Phaser 860 printers (waarschijnlijk gelijk aan inkten beschreven in het '937 octrooi). Dergelijke inkten hebben bij de bovengrens een vervormingsenergie welke ver boven de  $20 \times 10^5$  Pa.s. ligt. De vervormingsenergieën voor deze inkten zijn dan ook bepaald onder toepassing van de MTS 831 zoals hierboven beschreven onder voorbeeld 6, en zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Vervormingsenergieën in Pa.s van inkten bekend uit de stand van de techniek

Type inkt	bovengrens [°C]	Vervormingsenergie bij bovengrens [Pa.s]
ColorStix Ink (Black) Phaser 340/350	63	$40 \times 10^5$
ColorStix Ink (Black) Phaser 840	63	$40 \times 10^5$
ColorStix II Ink (Black) Phaser 860	64	$42 \times 10^5$

- 5 In tabel 2 is een schematische opsomming gegeven van een aantal inkten welke een lage vervormingsenergie hebben, volgens een uitvoeringsvorm van de werkwijze volgens de huidige uitvinding.

Inkt 1 is een inkt die 50% binder bevat van het type Uratak, in dit geval Uratak 68520, een semi-kristallijne binder van DSM (Nederland) en 50% van een kristallijne verdikker, te weten octadecaanamide, afgekort tot ODA.

Inkt 2, bevat naast een kleine hoeveelheid Uratak, 85% van de amorf stollende weekmaker penta-erythritol-tetrabenzooat (PETB) en 10% octadecaanamide. Inkt 3 bevat dezelfde componenten maar dan in een andere verhouding.

Inkt 4, bevat een derde Künstharz AP, een binder van Hüls, een derde van de amorf stollende weekmaker BIPANI, welke de ester is van 2,2'-Bifenol en methoxybenzoëzuur zoals bekend uit US 6,280,510, en een derde octadecaanamide.

Inkt 5 bevat een derde Uratak, een derde polycyclohexanon (# 468541, Aldrich; cas no 9003-41-2) afgekort tot PCH, en een derde octadecaanamide.

Inkt 6 is vrijwel gelijk aan inkt 2 maar bevat als kristallijne verdikker gel-4, een verbinding die onder die afkorting bekend is uit tabel 1 van EP 1 067 157 A1.

Inkt 7 bevat eveneens een kleine hoeveelheid Uratak en daarnaast 66,2% van de amorf stollende weekmaker Glypochi welke bekend is uit tabel 3a, sectie H, van EP 1 067 157 A1. Als kristallijne verdikkers bevat deze inkt 7,6% n-hexatriacontaan (cas no. 630-06-8) (afgekort tot HTC) en 22,1% Kemamide E, een onverzadigd primair amide van Witco.

25 Inkt 8 bevat in gelijke hoeveelheden Künstharz AP, PETB en gel-4.

Inkt 9 bevat 60% van de kristallijn stollende weekmaker penta-erythritol-tetrastearaat (PETS) en 40% van de kristallijne verdikker Behenon (22-triteta-contanon; cas no. 591-71-9).

Van bovenstaande inkten is alleen de smeltbare fractie, ook wel drager fractie genoemd, vermeld. Het moge duidelijk zijn dat voor een praktische toepassing veelal kleurstoffen en/of pigmenten aan deze inkten worden toegevoegd of andere hulpstoffen zoals surfactants, antioxidanten, UV stabilisatoren etc.

Al deze inkten zijn druktransfereerbaar en hebben een vervormingsenergie bij de bovengrens die kleiner is dan  $20 \times 10^5$  Pa.s zoals weergegeven is in tabel 2. De vervormingsenergieën zijn gemeten zoals hiervoor aangegeven onder voorbeeld 6 (mogelijkheid 1 onder toepassing van RSA II).

Tabel 2. Inkten geschikt voor toepassing in de werkwijze volgens de huidige uitvinding.

Inkt	Binder [massa%]	Weekmaker [massa%]	Verdikker [massa%]	Bovengrens [°C]	Vervormings energie [ $10^5$ Pa.s]
1	Uratak, 50%	-	ODA, 50%	75	7,2
2	Uratak, 5%	PETB, 85%	ODA, 10%	55	0,75
3	Uratak, 33,3%	PETB, 33,3%	ODA, 33,3%	70	1,5
4	Künsthartz AP, 33,3%	BIPANI, 33,3%	ODA, 33,3%	80	1,2
5	Uratak, 33,3%	PCH, 33,3%	ODA, 33,3%	75	6,3
6	Uratak, 5%	PETB, 85%	gel-4, 10%	50	0,3
7	Uratak, 4,1%	Glypochi, 66,2%	HTC, 7,6% en Kemamide E, 22,1%	45	2,4
8	Künsthartz AP, 33,3%	PETB, 33,3%	gel-4, 33,3%	85	1,1
9	-	PETS, 60%	Behenon, 40%	80	3,3

#### 15 Voorbeeld 8

In dit voorbeeld worden printresultaten gegeven zoals die bereikt worden met de bekende werkwijze en resultaten welke met de werkwijze volgens de huidige uitvinding bereikt worden.

In figuur 4 is een SEM opname van holt melt inktdruppels afgebeeld, nadat de druppels



zijn overgebracht op een ontvangstmateriaal en gefused zijn door een koude druk rol. De afdruk van de rol is duidelijk herkenbaar in de geplette inktdruppels. Dit resultaat is bereikt met een Tektronix (Xerox) Phaser 300 printer. Een beschrijving van deze printer en de wijze waarop de opname volgens figuur 4 tot stand is gekomen is te vinden in het

5 *Journal of Imaging Science and Technology, Vol. 42, Number 1, January/February 1998.*

In figuur 5 is een SEM opname weergegeven van inktdruppels welke onder toepassing van de werkwijze volgens de huidige uitvinding zijn overgebracht op een ontvangstmateriaal. Om dit resultaat te bereiken is inkt nummer 3 uit tabel 2 met behulp

10 van de inkjet printer zoals beschreven bij figuur 1 overgebracht op Océ Red Label papier. Het tussenelement is in dit geval een rol die berubberd is met circa 1,5 mm siliconenrubber met een hardheid van 80 Shore A. Hierover is een toplaag aangebracht van een siliconenrubber met een hardheid van 25 Shore A, een polair deel van de oppervlaktespanning gelijk aan 1 mN/m, een inktabsorptie van 4%, een  $\tan\delta$  van 0,02

15 en een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,235 W/mK. Tijdens het printen werd het tussenelement gehouden op een temperatuur van 65°C en werd er in de fusekneep een lijndruk uitgeoefend van 3800 N/m. Er werd een printsnelheid aangehouden van 50 cm/sec, hetgeen overeenkomt met een snelheid van 130 A4 vellen per minuut. De SEM opnamen zijn gemaakt bij een vergroting die vergelijkbaar is met die van figuur 4, te

20 weten ongeveer 500 maal vergroot. De gebruikte versnelspanning van de Elektronenmicroscoop was 15 kV.

Te zien is dat de inktdruppels ondanks het toepassen van een zeer zachte rubber als transferelement en het ontbreken van een nafuse-stap op een vergelijkbare wijze als bekend uit de stand van de techniek gefused zijn met het ontvangstmateriaal. De

25 inktdruppels zijn klein, voldoende gespreid en volgen de papiergezels goed. De druppels blijken bestand tegen mechanische belastingen zoals gummen, krassen en in mindere mate vouwen.

### **Figuur 1**

30 Fig.1 geeft schematisch een inkjetprinter volgens de huidige uitvinding weer. Centraal in dit procédé staat het tussenelement 1 opgesteld, in dit geval een holle stalen wals welke is berubberd met 1,5 mm siliconenrubber waarover een toplaag van 120µm siliconenrubber is aangebracht. Deze toplaag voldoet aan de eisen volgens de huidige uitvinding. De stalen wals wordt op een verhoogde temperatuur gehouden door middel

35 van een straler 10 welke selectief een bepaald gebied van de wals verhit. Onder

toepassing van een temperatuurregeling (niet weergegeven) wordt de temperatuur met een marge van een aantal graden constant gehouden, zodanig dat de temperatuur binnen de ondergrens en de bovengrens blijft waarbij de inkt druktransfereerbaar is.

Een typische temperatuur van het tussenelement is 70°C. Het transferelement is  
5 voorzien van op geringe afstand geplaatste elementen 8 en 9 welke dienen als schoonmaakelementen om eventuele resten inkt van het tussenelement te verwijderen. Hiertoe worden deze elementen in contact gebracht met het oppervlak van het tussenelement.

De printer omvat verder een aantal printheads (4, 5, 6 en 7, een voor elk der kleuren  
10 cyaan, magenta, geel en zwart) die geplaatst zijn op een carriage 2. Het type printhead maakt geen deel uit van de huidige uitvinding en kan in beginsel elk type printhead zijn dat geschikt is om hot melt inkt over te brengen op het transferelement. Een dergelijk printhead is bijvoorbeeld bekend uit US 5,757,404. Dit is een zogenaamd piëzo-elektrisch printhead van het drop-on-demand type en wordt typisch gebruikt bij een  
15 temperatuur van 130°C en een jettfrequentie van 10 kHz. De afstand tussen de voorkant van elk van de printheads en het tussenelement bedraagt ongeveer 1 mm.

Voor het genereren van een beeld op ontvangstmateriaal 14 wordt het carriage in de aangegeven richting Y bewogen langs het oppervlak van het tussenelement en wordt er inkt gejet uit elk van de printheads in de richting van dit element. Zodra er op deze wijze  
20 een strook op het tussenelement geprint is wordt dit element een stukje verder gedraaid en wordt een volgende strook volgeprint door het carriage opnieuw in richting Y (maar dan in de tegengestelde richting) te bewegen. Op deze wijze kan een heel beeld worden opgebouwd op het transferelement. Zodra het beeld, of althans een deel daarvan dat overeenkomt met het oppervlak van het tussenelement, gereed is wordt er  
25 een transferkneep gevormd door tegenwals 11 onder een bepaalde druk, typisch 3000 - 4000 N/m, in contact te brengen met tussenelement 1. De tegenwals 11 is eveneens een stalen wals welke berubberd is met dezelfde laag als het tussenelement.

Vervolgens wordt het ontvangstmateriaal 14, in het bijzonder een vel papier, door de transferkneep geleid in de richting X door het transferelement en de tegenwals in de  
30 aangegeven richtingen te draaien. In deze uitvoeringsvorm is het papier voorverwarmd tot 70°C in een voorverwarmingsstation (niet afgebeeld). In de transferkneep gaat het beeld over van het tussenelement naar het ontvangstmateriaal. Het bedrukte ontvangstmateriaal wordt door een geleider, welke zachte schuimrubberen rollen 12 en 13 omvat, geleid naar een afwerkstation (niet afgebeeld).

De werkwijze volgens de huidige uitvinding is niet beperkt tot uitvoeringsvormen waarbij het beeld rechtstreeks door de inkjet printkop op het tussen element wordt gedrukt. Het is ook mogelijk dat dit indirect plaatsvindt, bijvoorbeeld onder toepassing van een tweede tusselement dat zich tussen de printkop en het eerste tusselement bevindt.

- 5 Dit maakt het bijvoorbeeld mogelijk om een eerste beeld op het eerste tusselement te drukken (dat hierop gedrukt wordt via het tweede tusselement) en daarna een tweede beeld op het tweede element te drukken waarna beide beelden tegelijkertijd op het ontvangstmateriaal worden overgebracht door dit materiaal door de kneep welke gevormd wordt door eerste en tweede tusselement te voeren.

## CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het bedrukken van een ontvangstmateriaal met hot melt inkt  
omvattend:

5

- het verwarmen van de inkt tot boven een temperatuur waarbij deze vloeibaar is,
- het beeldmatig overbrengen van de vloeibare inkt op een tussenelement onder toepassing van een inkjet printkop, waarbij het tussenelement een oppervlak heeft dat een elastomeer omvat met een oppervlaktespanning waarvan het polaire deel kleiner is dan of gelijk aan 20 mN/m,
- het ontvangstmateriaal in contact brengen met het tussenelement zodanig dat de inkt van het tussenelement naar het ontvangstmateriaal overgaat,

10

met het kenmerk dat het elastomeer dat wordt toegepast dat een hardheid heeft kleiner dan 80 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt heeft groter dan 0,15 W/mK, een inktabsorptie heeft kleiner dan 10% en een  $\tan\delta$  heeft kleiner dan 0,3.

15

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij het polaire deel van de oppervlaktespanning kleiner of gelijk is aan 10 mN/m, met het kenmerk dat het elastomeer dat wordt toegepast dat een hardheid heeft tussen 20 en 60 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt heeft tussen 0,15 en 1 W/mK, een inktabsorptie heeft kleiner dan 6% en een  $\tan\delta$  heeft tussen 0,01 en 0,25.

20

3. Werkwijze volgens conclusie 2, waarbij het polaire deel van de oppervlaktespanning kleiner of gelijk is aan 5 mN/m, met het kenmerk dat het elastomeer dat wordt toegepast dat een hardheid heeft tussen 25 en 55 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt heeft tussen 0,18 en 0,6 W/mK, een inktabsorptie heeft kleiner dan 4% en een  $\tan\delta$  heeft tussen 0,01 en 0,2.

25

4. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat het elastomeer dat wordt toegepast gekozen wordt uit de groep die bestaat uit siliconenrubber, fluorsiliconenrubber en perfluorpolyetherrubber.

30

5. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk dat de inkt die wordt toegepast een vervormingsenergie heeft bij een bovengrens in de temperatuur

35

waarbij de inkt druktransfereerbaar is, kleiner dan  $20 \times 10^5$  Pa.s.

6. Inkjet printer voor het bedrukken van een ontvangstmateriaal met hot melt inkt, welke inkjet printer omvat:

- 5
- een inkjet printkop, geschikt voor het beeldmatig printen van hot melt inkt,
  - een tussenelement voor het ontvangen van hot melt inkt welke geprint is door de printkop, waarbij het tussenelement een oppervlak heeft dat een elastomeer omvat met een oppervlaktespanning waarvan het polaire deel kleiner is dan of gelijk aan 20
  - 10 mN/m,
  - een voorziening waarmee het ontvangstmateriaal in contact kan worden gebracht met het tussenelement teneinde de inkt over te brengen op het ontvangstmateriaal,

15 met het kenmerk dat het elastomeer een hardheid heeft kleiner dan 80 Shore A, een warmtegeleidingscoëfficiënt heeft groter dan 0,15 W/mK, een inktabsorptie heeft kleiner dan 10% en een  $\tan\delta$  heeft kleiner dan 0,3.

7. Combinatie van een printer volgens conclusie 6 en een inkt volgens conclusie 5.

20 8. Werkwijze voor het selecteren van een elastomeer dat geschikt is voor toepassing in een werkwijze volgens een der conclusies 1 tot en met 5, omvattend:

- het bepalen van het polaire deel van de oppervlaktespanning van het elastomeer,
- het bepalen van de hardheid van het elastomeer,
- 25 - het bepalen van de warmtegeleidingscoëfficiënt van het elastomeer,
- het bepalen van de inktabsorptie van het elastomeer,
- het bepalen van de  $\tan\delta$  van het elastomeer,

waarbij het elastomeer geselecteerd wordt indien

- 30
- het polaire deel van de oppervlaktespanning kleiner is dan of gelijk is aan 20 mN/m,
  - de hardheid kleiner is dan 80 Shore A,
  - de warmtegeleidingscoëfficiënt groter is dan 0,15 W/mK,
  - de inktabsorptie kleiner is dan 10%,
  - 35 - en de  $\tan\delta$  kleiner is dan 0,3.

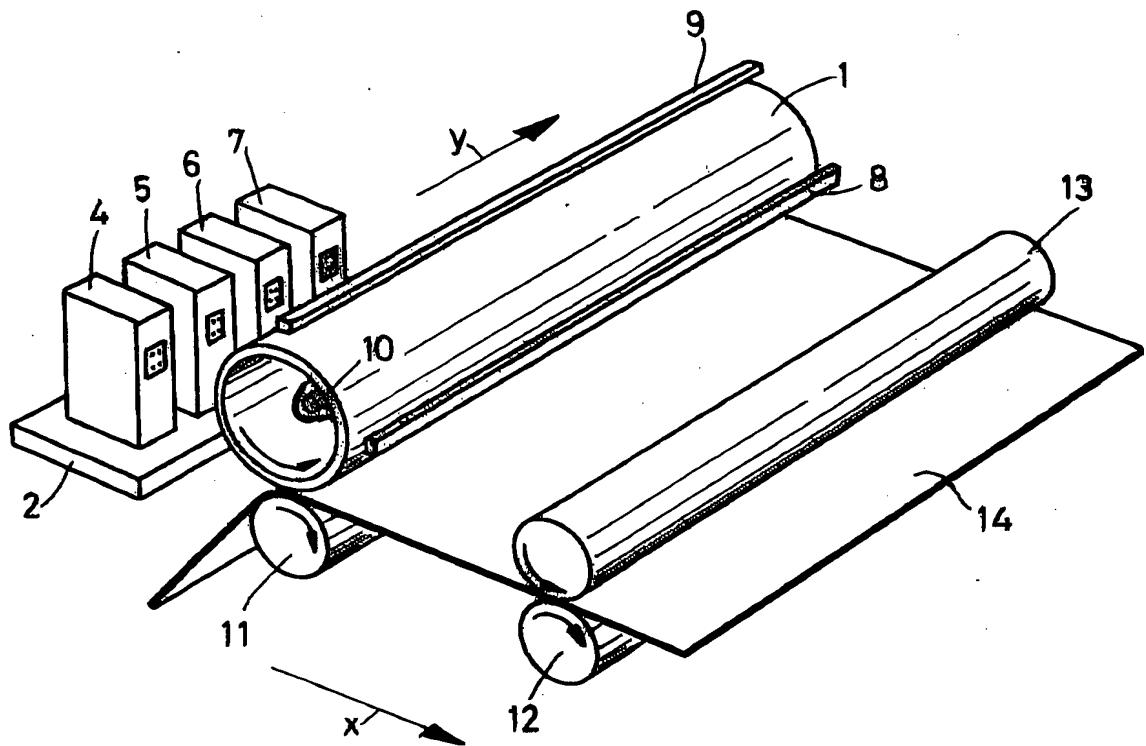
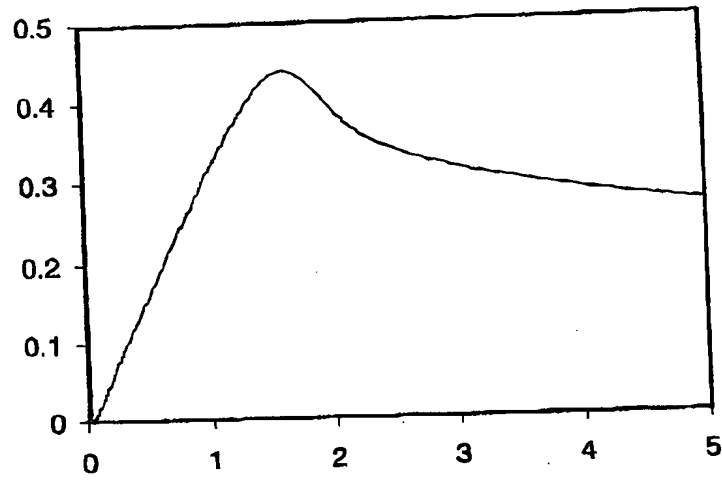
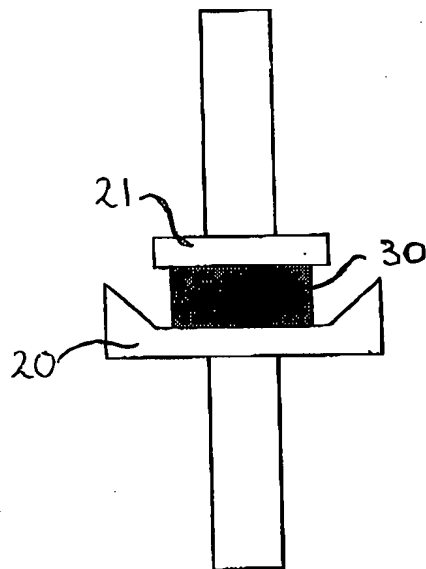


FIG. 1

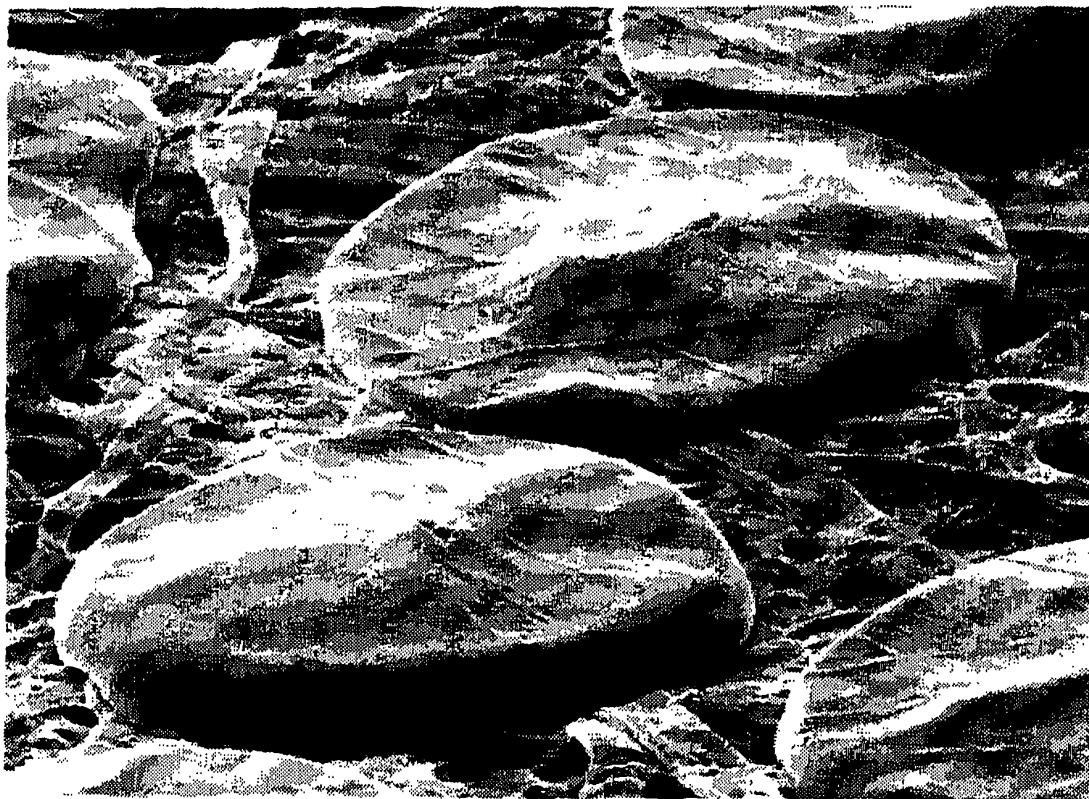


**FIG. 2**



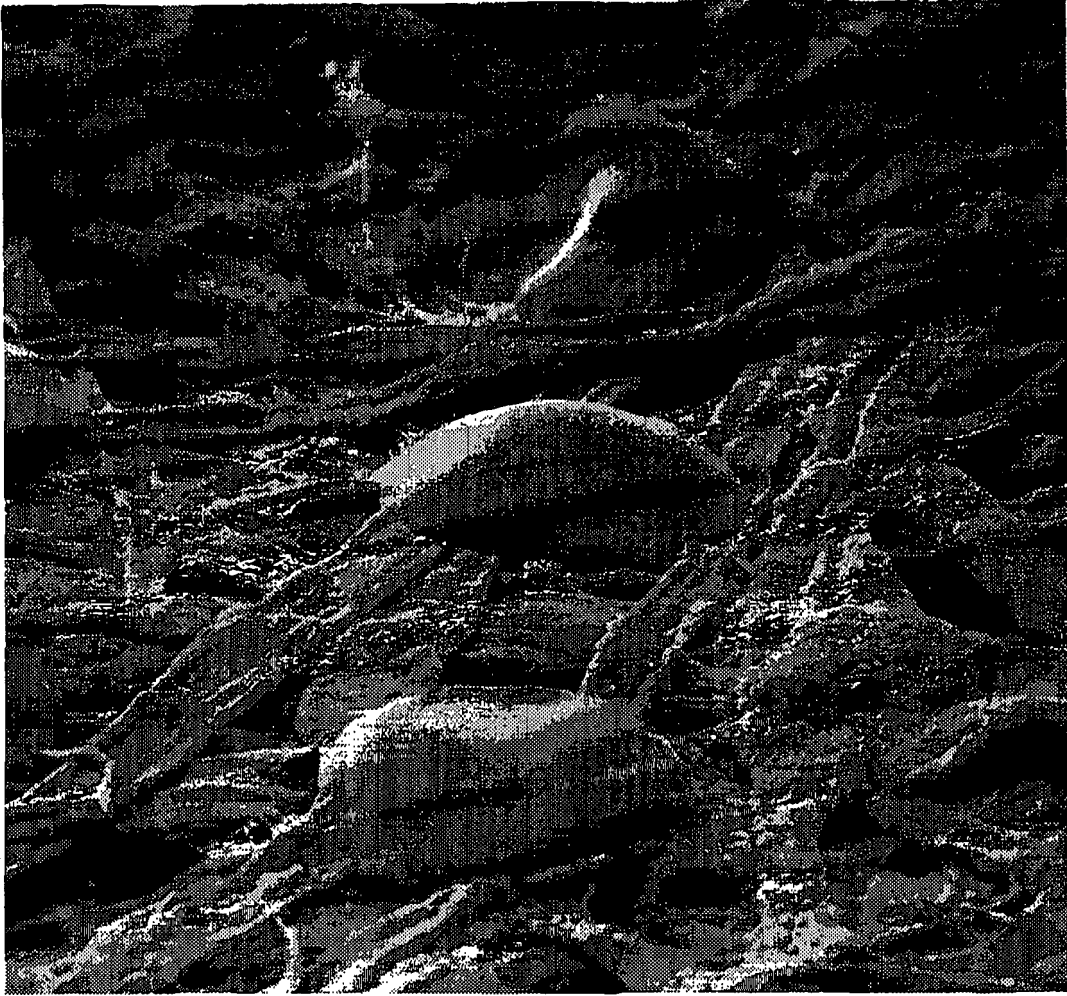
**FIG. 3**

3/4



**FIG. 4**





**FIG. 5**